

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



AUSLEGESCHRIFT

1 162 486

Internat. Kl.: H 011

Deutsche Kl.: 21 g - 11/02

Nummer: 1 162 486

Aktenzeichen: M 46827 VIII c / 21 g

Anmeldetag: 14. Oktober 1960

Auslegungstag: 6. Februar 1964

## 1

Die Erfindung betrifft einen Leistungs-Halbleitergleichrichter zur Verwendung bis zu Temperaturen von etwa 1000° C mit einem Halbleiterkörper aus kubischem Borphosphid und zwei flächenhaften Elektroden.

Es ist bekannt, aus den Verbindungen der Elemente in der III. und V. Reihe des Periodensystems Halbleiterbauelemente herzustellen. Ferner wurde auch bereits vorgeschlagen, die Halbleiterkörper solcher Bauelemente mit besonderen Elektroden zu versehen und z. B. eine einlegierte Goldelektrode mit goldplattierten Bändern oder Drähten aus Silber, Kupfer, Molybdän oder Wolfram durch Legierung zu verbinden.

Die bekannten Halbleiteranordnungen dieser Art sind mit ihren aufgebrauchten Elektroden jedoch nur in einem beschränkten Temperaturgebiet einsatzfähig.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Leistungs-Halbleitergleichrichter vorzuschlagen, welcher bei Temperaturen bis zu etwa 1000° C betrieben werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt bei einem aus Borphosphid bestehenden Halbleiterkörper gemäß der Erfindung dadurch, daß der Halbleiterkörper so stark dotiert ist, daß sich eine Trägerkonzentration von  $10^{12}$  bis  $10^{18}$  cm<sup>-3</sup> ergibt, daß die Elektroden aus Silber oder aus einem Material mit höherem Schmelzpunkt als Silber, z. B. Nickel, bestehen und daß die Elektroden ein Element aus den Gruppen des Periodensystems der chemischen Elemente IIB und VIB, Magnesium oder Beryllium, enthalten.

Eine solche Ausbildung eines Leistungs-Halbleitergleichrichters läßt sich im Vergleich mit früheren Vorschlägen, beispielsweise der Einlegierung goldplattierter Anschlußteile, außerordentlich einfach verwirklichen und führt zu Anordnungen, welche auch bei hohen Temperaturen voll betriebsfähig sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Elektroden auf den Halbleiterkörper aufgeschmolzen.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Halbleiterkörper N-leitend; die erste Elektrode besteht aus Nickel mit einem Gehalt an Selen oder Tellur, während die zweite Elektrode ebenfalls aus Nickel mit einem Gehalt an Magnesium, Beryllium, Cadmium oder Zink besteht.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Halbleiterkörper P-leitend; die erste Elektrode besteht aus Nickel mit einem Gehalt an Magnesium, Beryllium, Cadmium oder Zink, während die zweite Elektrode ebenfalls aus Nickel mit einem Gehalt an Selen oder Tellur besteht.

Leistungs-Halbleitergleichrichter zur Verwendung bis zu Temperaturen von etwa 1000° C mit einem Halbleiterkörper aus kubischem Borphosphid

Anmelder:

Monsanto Chemical Company,  
St. Louis, Mo. (V. St. A.)

Vertreter:

Dipl.-Phys. G. Liedl, Patentanwalt,  
München 22, Steinsdorfstr. 22

Als Erfinder benannt:

Dale Eugene Hill, Dayton, Ohio (V. St. A.)

Beanspruchte Priorität:

V. St. v. Amerika vom 16. Oktober 1959  
(Nr. 846 851)V. St. v. Amerika vom 15. August 1960  
(Nr. 51 664)

## 2

Der Halbleiterkörper kann als Platte aus kubischem Borphosphid mit N-Leitfähigkeit ausgebildet sein, auf deren eine Seite die einen ohmschen Kontakt ausbildende Elektrode aus Nickel mit einem Gehalt von nicht mehr als etwa 15% an Selen oder Tellur aufgeschmolzen ist; auf die andere Seite der Platte kann zur Ausbildung eines PN-Überganges eine zweite Elektrode aus Nickel, welches nicht mehr als etwa 15 Gewichtsprozent an Cadmium oder Zink enthält, aufgeschmolzen sein.

In ähnlicher Weise kann der Halbleiterkörper eine Platte aus kubischem Borphosphid mit P-Leitfähigkeit sein, auf deren eine Seite die einen ohmschen Kontakt ausbildende Elektrode aus Nickel mit einem Gehalt von nicht mehr als etwa 15 Gewichtsprozent an Cadmium oder Zink aufgeschmolzen ist; auf die andere Seite der Platte kann zur Ausbildung eines PN-Überganges eine zweite Elektrode aus Nickel, welches nicht mehr als etwa 15 Gewichtsprozent an Selen oder Tellur enthält, aufgeschmolzen sein.

1 162 486

3

Zweckmäßigerweise sind bei den erfindungsge-  
mäßigen Leistungs-Halbleitersgleichrichtern elektrische  
Zuleitungen aus Nickel oder Kupfer an den Nickel-  
elektroden befestigt.

Man weiß aus optischen Messungen an kubisch  
kristallisiertem Borphosphid, daß dieses eine ver-  
botene Energielücke von etwa 5,8 Elektronenvolt be-  
sitzt. Im Vergleich hierzu hat Silizium eine verbotene  
Energielücke von etwa 1 Elektronenvolt und Ger-  
manium eine verbotene Energielücke von etwa 0,7  
Elektronenvolt. Germanium kann als Gleichrichter  
nur bei Temperaturen bis zu etwa 80° C verwendet  
werden. Silizium kann bei höherer Temperatur als  
Germanium verwendet werden, aber es kann nicht  
bei solchen Temperaturen verwendet werden, die an  
die herankommen, bei denen Borphosphid noch ver-  
wendbar ist, d. h. etwa 1000° C. Kristallines Bor-  
phosphid zeigt den üblichen negativen Temperatur-  
koeffizienten des Widerstandes eines Halbleiters.  
Dotierungszusätze aus den Gruppen II B und VI B des  
Periodensystems der chemischen Elemente sowie  
Magnesium oder Beryllium können verwendet wer-  
den, um den Leitungstyp oder den Grad der Leit-  
fähigkeit von kristallinem Borphosphid zu verändern.  
Für die Verwendung in Leistungsgleichrichtern wird  
kristallines Borphosphid normalerweise so weit do-  
tiert, daß sich eine Trägerkonzentration von  $10^{12}$  bis  
 $10^{14}$  cm<sup>-3</sup> ergibt, vorzugsweise  $10^{14}$  bis  $10^{17}$  cm<sup>-3</sup>.  
Auf jeden Fall aber sollte die Dotierung dem Betrage  
nach unter jener Grenze bleiben, über welcher sich  
Borphosphidkristalle ergeben, die zur Ausbildung von  
PN-Verbindungen mit im wesentlichen negativer  
Widerstandscharakteristik fähig sind.

Es ist eine Anzahl von verschiedenen Verfahren  
zur Herstellung von kristallisiertem kubischem Bor-  
phosphid bekannt, z. B. aus eigenen älteren Vor-  
schlägen.

Es wurde ein Verfahren zum Herstellen von kri-  
stallinem Borphosphid vorgeschlagen, bei dem ein  
Borhalogenid, -hydrid oder -alkyl mit einem Phos-  
phorhalogenid oder -hydrid bei einer Temperatur von  
wenigstens 593° C zusammengebracht wird. Wenn  
erwünscht, kann während des Herstellungsprozesses  
des Borphosphides ein flüchtiges Chlorid eines Ele-  
mentes aus der Gruppe IIB, Magnesium oder Beryl-  
lium, in Spuren zu den Reaktanten zur Erzielung von  
P-Typ-leitendem Borphosphidmaterial zugesetzt wer-  
den. Wenn N-Typ-leitendes Material gewünscht wird,  
kann ein Element aus der Gruppe VIB während des  
Prozesses in Spuren zugesetzt werden, um kristallines  
N-Typ-leitendes Borphosphid zu erhalten. Praktisch  
werden während des Herstellungsprozesses des kri-  
stallinen Borphosphides, ob nun Dotierungszusätze  
zugegeben werden oder nicht, genügend Verunreini-  
gungen normalerweise durch das sich bildende Bor-  
phosphid aufgenommen, um es entweder N- oder  
P-Typ-leitend zu machen. Natürlich kann die Dotie-  
rung des Borphosphides auch nach der Bildung des  
Borphosphidkristalls durch Diffusion von Dotierun-  
guszusätzen in die Kristallstruktur bei höherer Tem-  
peratur geschehen, aber normalerweise wird eine Do-  
tierung während der Herstellung des Borphosphides  
vorgezogen.

Weiterhin ist ein Verfahren zum Herstellen von  
kristallinem Borphosphid beschrieben, bei welchem  
eine gasförmige Borverbindung mit elementarem  
Phosphor und Wasserstoff bei einer Temperatur von  
mindestens 593° C zusammengebracht wird. Eine

4

Dotierung während der Herstellung des Borphosphi-  
des kann gemäß einem Verfahren durchgeführt wer-  
den, welches dem oben beschriebenen ähnlich ist.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von kristalli-  
nem Borphosphid wurde beschrieben, bei welchem ein  
Metallphosphid und ein Metallborid in einem an-  
organischen Einbettungsmaterial erhitzt werden. Bei  
diesem Prozeß kann die zur Bildung von N-Typ-  
Material erforderliche Dotierung durch geringfügige  
Zugabe von Sauerstoff oder Schwefel, vorzugsweise  
als Oxyd oder Sulfid, zu dem anorganischen Einbet-  
tungsmaterial ausgeführt werden. Die praktisch be-  
vorzugten Elemente bei allen Dotierungsprozessen zur  
Herstellung von N-Typ-Leitung sind Selen und  
Tellur. Bei diesem Verfahren können Selen und Tellur  
direkt der Schmelze zugefügt werden. Polonium, ein  
N-Typ-Dotierungszusatz, ist, da zudem sehr viel  
teurer, normalerweise natürlich weniger günstig.  
Aber wenn dieses Element verwendet werden soll,  
kann es in elementarer Form der Schmelze zugegeben  
werden, von welcher der Borphosphidkristall herge-  
stellt wird. Bei dem Dotierungsprozeß zur Herstel-  
lung von P-Typ-leitendem Borphosphid können Mag-  
nesium, Beryllium, Zink, Cadmium oder Queck-  
silber zu der Schmelze zugegeben werden, vorzugs-  
weise Magnesium, Beryllium, Zink oder Cadmium.

Ein anderes Verfahren zum Herstellen von kubisch  
kristallisiertem Borphosphid mit N-Typ-Leitung  
wurde beschrieben, bei welchem ein Gasstrom von  
Borsdioxid mit einem Gasstrom von elementarem  
Phosphor bei Temperaturen von 1000 bis 1800° C  
zusammengebracht wird. Die Fällung von Bor-  
phosphid erfolgt aus der Gasphase. Die zur Ver-  
änderung des Grades oder des Typs der Leitung er-  
forderliche Dotierung wird bei dieser Methode, wenn  
gewünscht, in einer Weise durchgeführt, die dem zu-  
erst beschriebenen Verfahren ähnlich ist.

Ein weiteres Verfahren zum Herstellen von Bor-  
phosphid-Einkristallen wurde vorgeschlagen. Bei die-  
sem Verfahren wird rohes Ausgangsmaterial von Bor-  
phosphid mit Wasserstoffhalogeniddampf bei einer  
Temperatur in der Gegend von 600 bis 1500° C zu-  
sammengebracht und die resultierende, gasförmige  
Mischung einer höheren Temperatur von 800 bis  
1800° C unterworfen, wobei eine Temperatur-  
erhöhung von der ersten Berührungszone zur zweiten  
Berührungszone von 500 bis 1000° C angewendet  
wird, so daß ein Einkristall von Borphosphid in der  
zweiten Zone anfällt. Dotierung zur Veränderung des  
Grades oder des Typs der Leitung kann, wenn ge-  
wünscht, ähnlich wie in dem zuerst beschriebenen  
Verfahren durchgeführt werden.

Die Dotierung von Borphosphid nach der Bildung  
des Borphosphidkristalls ist normalerweise nicht so  
erwünscht wie die Dotierung während der Herstellung  
des Kristalls. Sie kann jedoch wie folgt ausgeführt  
werden: Borphosphid wird auf eine Temperatur von  
etwa 800° C erhitzt und einer sporenförmigen Menge  
des dampfförmigen Dotierungselementes ausgesetzt,  
wobei dieses in den Borphosphidkristall hineindiffun-  
dieren kann. Normalerweise werden für diesen Typ  
des Dotierungsverfahrens lange Zeiten benötigt, mög-  
licherweise mehrere Tage oder noch mehr. Wenn  
feststeht, daß genügend Dotierungszusatz in den Bor-  
phosphidkristall hineindiffundiert ist, wird der Kristall  
schnell abgeschreckt, wobei die Temperatur auf  
Raumtemperatur erniedrigt wird. Dies ist natürlich  
die gebräuchliche Diffusions- und Abschreckungs-

1 162 486

5

methode, wie sie für die Dotierung von Halbleitermaterialien nach der Kristallisation verwendet wird. Wenn anstatt der Abschreckung das Material langsam abgekühlt wird, diffundiert der Dotierungszusatz wieder aus dem Kristallgitter hinaus. Durch die Abschreckung wird der Dotierungszusatz in dem Kristallgitter eingefangen.

Allgemein besteht der Leistungsgleichrichter gemäß der Erfindung, welcher für den Gebrauch bei hohen Temperaturen bestimmt ist, aus einem Borphosphid-Halbleiterkörper, aus einer auf dem Halbleiterkörper befestigten und mit ihm einen ohmschen Kontakt bildenden Elektrode mit hohem Schmelzpunkt und einer PN-Verbindung.

Die Beschreibung eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung dient der weiteren Erläuterung der Erfindung.

Die Figur zeigt einen Gleichrichter 10, welcher für die Anwendung bei hohen Temperaturen bestimmt ist, zusammen mit dazugehöriger Schaltung. Ein Einkristall von kubischem Borphosphid mit N-Typ-Leitung bildet den Halbleiterkörper 11 des Gleichrichters. Der Halbleiterkörper 11 hat zweckmäßigerweise die Form einer dünnen Scheibe oder Platte aus Borphosphid. Auf die eine Seite des Halbleiterkörpers 11 wird zur Herstellung eines Gleichrichterkontaktes eine Elektrode 12 aus Nickel, welches 10 Gewichtsprozent, bezogen auf Nickel, Cadmium enthält, aufgeschmolzen. Diese Verschmelzung wird dadurch hergestellt, daß man die Elektrode 12 zweckmäßigerweise in der Form einer Löt-Perle gegen eine Seite der Platte 11 bei einer Temperatur von etwa 1100° C preßt. Geschieht dies für genügend lange Zeit, so kann Cadmium aus der Nickelelektrode 12 in die Oberfläche der Platte 11 einschmelzen und dadurch die Elektrode 12 mit der Platte 11 verschmelzen, verlöten oder verschweißen.

Mit der anderen Seite der Platte 11 ist eine ohmsche Verbindung dadurch hergestellt, daß eine Elektrode 13 aus Nickel, welches 10 Gewichtsprozent, bezogen auf Nickel, Tellur enthält, auf die Unterseite der Platte in einer der oben beschriebenen ähnlichen Weise aufgeschmolzen ist.

Wenn der Gleichrichter 10 nicht eingekapselt wird und in diesem Zustand einer oxydierenden Atmosphäre bei höherer Temperatur ausgesetzt werden soll, ist es vorzuziehen, Nickel-, Wolfram- oder Molybdänzuleitungen 14 und 15, welche an die Elektroden 12 und 13 jeweils angelötet oder angeschweißt sind, zu verwenden. Wenn der Gleichrichter 10 eingekapselt werden soll, aber nicht einer oxydierenden Atmosphäre bei hoher Temperatur ausgesetzt wird, können Kupferzuleitungen an Stelle der Nickel-, Wolfram- oder Molybdänzuleitungen verwendet werden. An den Gleichrichter 10 ist eine Wechselstromquelle 17 über einen Widerstand 16 angeschlossen. An dem Widerstand 16 erscheint die gleichgerichtete Spannung. Zumindest bei Temperaturen über etwa 800° C ist es vorzuziehen, den Gleichrichter einzukapseln.

Eine andere Methode zum Herstellen eines ohmschen Kontaktes mit der Platte 11 besteht darin, einen Platinkontakt an die untere Oberfläche der Platte 11 anzuschmelzen. Es sollte jedoch bemerkt werden, daß diese andere Methode zum Herstellen eines ohmschen Kontaktes mit der Borphosphidplatte nicht so günstig ist wie die zuerst beschriebene Methode, bei welcher Tellur enthaltendes Nickel auf die

6

Platte aufgeschmolzen ist. Beim Anschmelzen des Platinkontaktes an die Platte wird eine genügend hohe Temperatur, vorzugsweise nicht mehr als 800° C, verwendet.

Der ohmsche Kontakt mit N- oder P-Typ-leitendem Borphosphid kann auch durch die Verwendung von Wolfram hergestellt werden, welches je nachdem mit Tellur oder Cadmium beschichtet ist. Dabei kann Wolfram auch durch Molybdän ersetzt werden.

Anstatt die NP-Verbindung zwischen der Elektrode 12 und der Platte 11 herzustellen, kann auch die Platte 11 selbst so hergestellt werden, daß sie eine innere NP-Verbindung enthält. Ausgehend von N-Typ-leitendem Borphosphid kann eine Gleichrichterverbindung dadurch gemacht werden, daß man ein Metall aus der Gruppe IIB, z. B. Cadmium, Magnesium oder Beryllium, in die eine Seite der Platte hineindiffundieren läßt und so eine P-Typ-leitende Oberfläche erzielt. Andererseits kann, ausgehend von P-Typ-leitendem Borphosphid, eine Gleichrichterverbindung dadurch hergestellt werden, daß man ein Element aus der Gruppe VIB in eine Seite der Platte hineindiffundieren läßt.

Eine andere Methode zum Herstellen einer Gleichrichterverbindung besteht darin, daß man schon während der Kristallzucht geeignetes Dotierungsmaterial zufügt oder den Typ des Dotierungsmaterials von Elementen der Gruppe IIB zu Elementen der Gruppe VIB, Magnesium oder Beryllium, ändert.

Eine weitere Methode zum Herstellen von Gleichrichterverbindungen besteht in der Erhitzung einer N-Typ-leitenden Borphosphidplatte auf hohe Temperatur, z. B. etwa 1200° C, im Vakuum. In diesem Fall entsteht infolge Phosphorverlustes durch Herausdiffusion eine P-Typ-leitende und Bor-angereicherte Schicht auf der Oberfläche.

Mit den durch eine der oben beschriebenen Methoden hergestellten Verbindungen kann der Kontakt zur N- oder P-Typ-leitenden Seite dadurch hergestellt werden, daß man wechselweise mit Tellur oder Cadmium legiertes Nickel in den oben angegebenen Beträgen verwendet.

Es wurde oben angegeben, daß Nickel, welches 10 Gewichtsprozent, bezogen auf Nickel, Cadmium oder Tellur enthält, für die Herstellung eines ohmschen oder Gleichrichterkontaktes mit Borphosphid brauchbar ist. Dabei kann Zink oder Selen verwendet werden, um Cadmium oder Tellur wechselweise zu ersetzen. Praktisch kann auch Quecksilber Beryllium oder Magnesium an Stelle von Zink oder Cadmium und Sauerstoff, Schwefel oder Polonium an Stelle von Selen oder Tellur verwendet werden. Jedoch kommen Magnesium, Beryllium, Cadmium oder Zink oder Mischungen aus diesen und Selen oder Tellur oder Mischungen aus diesen bevorzugt zur Anwendung. Normalerweise wird es erwünscht sein, nicht mehr als etwa 20 Gewichtsprozent, vorzugsweise sogar nicht mehr als 15 Gewichtsprozent, bezogen auf Nickel, an Elementen aus den Gruppen IIB oder VIB, Magnesium und Beryllium, in dem Nickel zu verwenden. Jedoch können auch größere Beträge zur Anwendung kommen, aber in jedem Fall soll die Mischung aus Nickel und diesen Elementen in erster Linie aus Nickel bestehen, d. h., Nickel soll Unterschufbeträge dieser Elemente enthalten. Die Elektroden 12 und 13 können auch aus anderen Metallen mit hohem Schmelzpunkt gefertigt sein, z. B. aus Eisen, Silber, Gold, Kupfer usw. Die Elemente

1 162 486

7

aus der Gruppe IIB, Magnesium und Beryllium, oder Elemente aus der Gruppe VIB werden als Dotierungszusätze in diesen Metallen in dem gleichen Verhältnis eingelagert, wie sie es in Nickel für die in Fig. 1 gezeichnete Anordnung sind. Diese anderen Elektrodenmetalle würden dann die Nickelelektroden 12 und 13 der Fig. 1 ersetzen.

Die dargestellte und im speziellen beschriebene Ausführungsform eines Leistungsgleichrichters erfüllt die geforderte Aufgabe mit den angegebenen Vorteilen. Der Fachmann ist jedoch ohne weiteres in der Lage, das Ausführungsbeispiel entsprechend abzuwandeln, um den Gleichrichter den jeweils erforderlichen speziellen Bedingungen anzupassen.

#### Patentansprüche:

1. Leistungs-Halbleitergleichrichter zur Verwendung bis zu Temperaturen von etwa 1000° C mit einem Halbleiterkörper aus kubischem Borphosphid und zwei flächenhaften Elektroden, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper so stark dotiert ist, daß sich eine Trägerkonzentration von  $10^{12}$  bis  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  ergibt, daß die Elektroden aus Silber oder aus einem Material mit höherem Schmelzpunkt als Silber, z. B. Nickel, bestehen und daß die Elektroden ein Element aus den Gruppen des Periodensystems der chemischen Elemente IIB, VIB, Magnesium oder Beryllium, enthalten.

2. Leistungs-Halbleitergleichrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden auf den Halbleiterkörper aufgeschmolzen sind.

3. Leistungs-Halbleitergleichrichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper N-leitend ist, daß die erste Elektrode aus Nickel besteht, daß das in diesem enthaltene Element Selen oder Tellur ist, daß die zweite Elektrode ebenfalls aus Nickel besteht und daß das in diesem enthaltene Element Magnesium, Beryllium, Cadmium oder Zink ist.

4. Leistungs-Halbleitergleichrichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper P-leitend ist, daß die erste Elektrode aus Nickel besteht, daß das in diesem enthaltene Element Magnesium, Beryllium, Cad-

8

mium oder Zink ist, daß die zweite Elektrode aus Nickel besteht und daß das in diesem enthaltene Element Selen oder Tellur ist.

5. Leistungs-Halbleitergleichrichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper eine Platte aus kubischem Borphosphid mit N-Leitfähigkeit ist, daß die einen ohmschen Kontakt bildende Elektrode aus Nickel, welches nicht mehr als etwa 15 Gewichtsprozent an Selen oder Tellur enthält, gefertigt und auf eine Seite der Halbleiterplatte aufgeschmolzen ist, und daß auf die andere Seite der Halbleiterplatte eine zweite Elektrode aus Nickel, welches nicht mehr als etwa 15 Gewichtsprozent an Cadmium oder Zink enthält, zur Ausbildung eines PN-Überganges aufgeschmolzen ist.

6. Leistungs-Halbleitergleichrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper eine Platte aus kubischem Borphosphid mit P-Leitfähigkeit ist, ferner daß die einen ohmschen Kontakt ausbildende Elektrode aus Nickel, welches nicht mehr als etwa 15 Gewichtsprozent an Cadmium oder Zink enthält, gefertigt und auf eine Seite der Halbleiterplatte aufgeschmolzen ist, sowie daß auf die andere Seite der Halbleiterplatte eine zweite Elektrode aus Nickel, welches nicht mehr als etwa 15 Gewichtsprozent an Selen oder Tellur enthält, zur Ausbildung eines PN-Überganges aufgeschmolzen ist.

7. Leistungs-Halbleitergleichrichter nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß elektrische Zuleitungen aus Nickel an den Nickelelektroden befestigt sind.

8. Leistungs-Halbleitergleichrichter nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß elektrische Zuleitungen aus Kupfer an den Nickelelektroden befestigt sind.

#### In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschrift Nr. 970 420;  
deutsche Auslegeschrift Nr. 1 060 055;  
deutsches Gebrauchsmuster Nr. 1 796 305;  
Zeitschrift für Metallkunde, Bd. 49, 1958, Heft 11, S. 563 bis 570;  
Zeitschrift für Elektrochemie, Bd. 58, 1954, Nr. 5, S. 283 bis 321.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

## ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 1 162 486  
Internat. Kl.: H 011  
Deutsche Kl.: 21 g - 11/02  
Auslegungstag: 6. Februar 1964

